

## 明細書

## 磁性フェライトおよびそれを用いた磁性素子

## 技術分野

- 5 本発明は各種電子機器に用いられる磁性フェライトおよびそれを用いた磁性素子に関する。

## 背景技術

従来、磁性フェライトは酸化鉄、酸化亜鉛、酸化ニッケル、酸化マンガン、酸化マグネシウムを主成分としたスピネル型フェライト、すなわちMn-Znフェライト、Ni-Znフェライト、Mgフェライトを基本組成としている。そして、主成分の配合比率や副成分の添加量の調整を行うことにより、低周波から200 MHz 前後までの高周波の電子回路に用いられている。

- 15 これらの電子回路に用いられる磁性素子は、磁芯に用いられる磁性フェライトの複素透磁率 $\mu = \mu' - \mu'' \times i$  ( $\mu'$ : 透磁率、 $\mu''$ : 損失成分) を利用してさまざまな特性を実現している。

さらに、最近では200 MHz を超える帯域の電子回路には、酸化鉄、酸化バリウム、酸化ストロンチウムを主成分とした六方晶フェライトが用いられている。

20 なお、この六方晶フェライトを用いた磁性材料の例が、特開平5-36517号公報が開示されている。

しかしながら、上記従来の磁性フェライトは、損失成分 $\mu''$ が急激に増大する周波数が1 GHz 未満である。その結果、従来の磁性フェライトを磁芯に用いた磁性素子は、1 GHz までの使

用が限界である。一方、これらの磁性素子を用いる電子機器のデジタル化に伴う高周波化技術は、著しく進展している。

これらの高速大容量の信号を処理するためには、より高周波化に対応できる部品の実現が不可欠である。

- 5      本発明は、上記従来の問題点を解決するものであり、損失成分 $\mu''$ が急激に増大する周波数が1 GHz以上を有する磁性フェライトを実現するとともに、その磁性フェライトを用いた1 GHz以上の周波数での使用が可能な磁性素子を提供する。

10

#### 発明の開示

本発明は、酸化鉄と、酸化コバルトと酸化亜鉛とを主成分とし、副成分として少なくともチタン、タンタル、インジウム、ジルコニウム、リチウム、錫、バナジウムからなる群の内の少なくともいずれか一つを含む磁性フェライトおよびそれを用いた磁性素子

- 15      を提供する。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態1における磁性フェライトの特性図である。

- 20      図2は、本発明の実施の形態1における透磁率と副成分の添加量との関係を示す特性図である。

図3は、本発明の実施の形態2における磁性素子の一例としてのインダクタンス素子に用いる碍子の構造を説明するための斜視図である。

- 25      図4は、本発明の実施の形態2における磁性素子の一例として

のインダクタンス素子の一部切り欠き斜視図である。

図 5 は、本発明の実施の形態 3 における磁性素子の他の例としてのインピーダンス素子の積層の構造を示す図である。

図 6 は、本発明の実施の形態 3 における磁性素子の他の例としてのインピーダンス素子の斜視図である。

図 7 は、本発明の実施の形態 4 におけるリング状コアの斜視図である。

図 8 は、本発明の実施の形態 4 における磁性素子の他の例としてのコモンモードノイズフィルタの一部切り欠き斜視図である。

図 9 は、本発明の実施の形態 5 における磁性素子の他の例としてのアンテナ素子に用いるフェライトコアの斜視図である。

図 10 は、本発明の実施の形態 5 における磁性素子の他の例としてのアンテナ素子の一部切り欠き斜視図である。

## 15 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の磁性フェライトおよびそれを用いた磁性素子について、図面を参照しながら詳細に説明する。

なお、図面は模式図であり、各位置を寸法的に正しく示したものではない。

### 20 (実施の形態 1)

実施の形態 1 を図 1 と図 2 を参照しながら説明する。 本発明の磁性フェライトの出発原料である市販の酸化鉄粉と酸化亜鉛粉と酸化コバルト粉を、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{ZnO} : \text{CoO} = 48.0 : 6.5 : 45.5 \text{ mol } \%$  の組成比で配合する。

25 次に、これに純水を適量加えてボールミルを用いて混合した後

1 2 0℃で乾燥して混合粉を得る。この混合粉を900℃で仮焼した後、遊星ボールミルを用いて最大粒径が8  $\mu$ m以下になるまで粉砕してフェライト仮焼粉を得る。このフェライト仮焼粉に1 wt %の $\text{SnO}_2$ を加えて混合する。さらに、この混合粉に  
5 PVA（ポリビニルアルコール）水溶液を適量添加して混練することにより、平均粒径約20  $\mu$ mの造粒粉を作製する。

この造粒粉をリング形状に成形し、焼成体が緻密になる温度、例えば1200～1300℃で焼成し、トロイダルコアを得る（これを本発明品1という）。比較のために透磁率の殆ど等しい六方  
10 晶フェライトを用いて、トロイダルコアを作製した（比較品1という）。得られた2つのトロイダルコアの特性を比較したものを図1に示す。図中のAとBは、本発明品1の $\mu'$ と $\mu''$ をそれぞれ表している。図中のCとDは、比較品1の $\mu'$ と $\mu''$ をそれぞれ表している。図1に示すように、比較品1では損失成分  
15  $\mu''$ （曲線D）が急激に増大する周波数が0.8 GHz付近である。

一方、本発明品1では、曲線Bが示すように増大する周波数は1.5 GHz付近の高周波側へシフトしている。

また、曲線Aが示すように、透磁率 $\mu'$ は6 GHz付近まで約3を維持している。つまり、本発明品は、GHz帯で用いる磁  
20 性フェライトとして十分利用できる磁気特性を有していることがわかる。

また、同様のプロセスを用いて酸化鉄、酸化亜鉛および酸化コバルトを表1に示す主成分の組成比となるように配合し、副成分として $\text{SnO}_2$ を2 wt %添加したトロイダルコアを作製した（本  
25 発明品1～12）。

得られた各種トロイダルコアの磁気特性を表 1 に示す。

表 1

	E	F	G	H	$\mu'$	$\mu''$
	mol%			wt%	at 1GHz	
本発明品 1	4 8	4 5 . 5	6 . 5	2	3 . 1	0 . 0 5
本発明品 2	5 0	4 7	3	2	2	0 . 1 5
本発明品 3	5 0	4 2	8	2	3 . 5	0 . 1 5
本発明品 4	4 5	5 2	3	2	2	0 . 0 6
本発明品 5	4 4	4 2	1 4	2	2	0 . 1 4
本発明品 6	4 2	5 2	6	2	2	0 . 0 7
本発明品 7	4 2	4 4	1 4	2	2	0 . 1 5
本発明品 8	5 1	4 4	5	2	1 . 8	0 . 2
本発明品 9	4 8	5 0	2	2	1 . 6	0 . 0 4
本発明品 1 0	4 8	4 1	1 1	2	1 . 8	0 . 2
本発明品 1 1	4 2	5 5	3	2	1 . 5	0 . 0 5
本発明品 1 2	4 2	4 2	1 6	2	1 . 8	0 . 2
比較品 2	4 1	4 9	1 0		1 . 8	0 . 2 6

E :  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  F :  $\text{CoO}$  G :  $\text{SnO}_2$

表 1 の結果より、本発明品 1 ~ 1 2 は比較品 2 に比べて透磁率  $\mu'$  が高く、損失成分  $\mu''$  が小さい磁性フェライトを実現していることがわかる。さらに、本発明品 2 ~ 7 の組成に囲まれた範囲内において、特にその効果が大きいことがわかる。

これらのことから、本発明品は GHz 帯で用いるために優れた特性を有する高周波用の磁性フェライトであることがわかる。

次に、本発明品 1 の組成を有するフェライト仮焼粉に、各種副成分を添加したときの 2 GHz における透磁率  $\mu'$  の変化を図 2 に示す。図 2 に示すように、添加する副成分の添加量が 2 wt % までは、添加量が多くなるほど透磁率  $\mu'$  は大きくなり、最大約 60 % もの特性向上が認められた。ただし、0.1 wt % の添加では透磁率  $\mu'$  の増大はわずかであり、また 2.5 wt % の副

成分の添加は副成分を添加しない場合に比べて透磁率 $\mu'$ が低下していることがわかる。以上の結果より、副成分として少なくともチタン、タンタル、インジウム、ジルコニウム、リチウム、錫、バナジウムからなる群のうちのいずれか一つを、酸化物換算

5 で0.2～2.0wt%添加することが好ましいことがわかる。

次に、前記本発明品1のフェライト仮焼粉に、表2で示した複数の副成分を添加物として加えた磁性フェライトから、前記と同様のプロセスを経てトロイダルコアを作製した（本発明品13～19という）。また比較のために、本発明品1のフェライト仮焼粉に副成分を添加しない磁性フェライトを用いてトロイダルコア

10 を作製した（比較品3という）。

そしてそれらの磁気特性を、表2に示す。

表 2

	添加物 1	添加量 wt %	添加物 2	添加量 wt %	添加物 3	添加量 wt %	透磁率 at 2GHZ
本発明品13	SnO <sub>2</sub>	1	TiO <sub>2</sub>	1	---	0	2.67
本発明品14	SnO <sub>2</sub>	1	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	---	0	2.76
本発明品15	SnO <sub>2</sub>	1	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1	---	0	2.48
本発明品16	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	ZrO <sub>2</sub>	1	---	0	3.02
本発明品12	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	LiO <sub>2</sub>	1	---	0	3.25
本発明品12	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	LiO <sub>2</sub>	0.5	SnO <sub>2</sub>	0.5	3.10
本発明品12	SnO <sub>2</sub>	1	TiO <sub>2</sub>	0.5	ZrO <sub>2</sub>	0.5	2.70
比較品3	---	0	---	0	---	0	2.26

15 表2の結果より、本発明品13～19では副成分を同時に2つ以上添加した場合においても、副成分を添加しない比較品3に対して2GHzにおける透磁率 $\mu'$ が大きくなっていることがわかる。これらの副成分は主成分の焼成挙動に促進的に作用し、複合添加した場合にも副次的に焼結を阻害することなく作用してい

るものと思われる。なお、主成分である酸化鉄、酸化亜鉛、酸化コバルトの組成範囲が、本発明品 2 から本発明品 7 の組成範囲内においても副成分の複数の添加による同様な効果が認められた。

また、主成分の原料となる酸化物や添加した副成分が、価数の異なる酸化物もしくは炭酸物、例えば  $\text{CoO}$ ,  $\text{Co}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Co}_2\text{O}_4$ ,  $\text{CoCO}_3$  のいずれであっても同様な効果が得られることを確認している。

#### (実施の形態 2)

実施の形態 2 を、図 3 と図 4 を参照しながら説明する。

10 図 3 および図 4 において、碍子 1 は表 3 に示した組成を有する磁性フェライトである。この碍子 1 の表面には銅もしくは銀などからなる導体コイル 2 を形成し、導体コイル 2 の表面には樹脂などからなる絶縁体層 3 を形成し、導体コイル 2 の両端に接続される二つの外部電極 4 を形成してインダクタンス素子が構成されている。

15

以上のように構成されたインダクタンス素子について、以下にその製造方法を説明しながら、その構造および電気特性について説明する。

まず初めに、本発明品 1 と同じ組成を有するフェライト仮焼粉を準備する。次に、このフェライト仮焼粉に副成分として表 3 に示した酸化物を加えて混練することにより、実施の形態 1 と同様なプロセスを経て造粒粉を得た。

20

次に、この造粒粉を金型内に充填し、所定の成形条件にて成形した後、焼成体が緻密になる温度、例えば  $1200 \sim 1300^\circ\text{C}$  で焼成することにより碍子 1 を得る。

25

次に、この碍子 1 に巻き線などにより導体コイル 2 を形成し、その後絶縁性樹脂あるいは絶縁性無機材料を用いて絶縁体層 3 を形成する。このようにして、図 4 に示すインダクタンス素子を得る（本発明品 20 ～ 26 という）。

- 5 比較のために、アルミナを碍子 1 として用いたインダクタンス素子（比較品 4）と、六方晶フェライトを碍子 1 として用いたインダクタンス素子（比較品 5）とを作製した。

これらのインダクタンス素子の特性を表 3 に示す。

表 3

	添加物		インダクタンス値 (nH) at 2GHz	Q 値が最大値となる 周波数 (GHz)
	名称	添加量 wt %		
本発明品 20	TiO <sub>2</sub>	2	4.3	2.2
本発明品 21	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	4.5	2.0
本発明品 22	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2	4.5	1.9
本発明品 23	ZrO <sub>2</sub>	2	4.8	1.9
本発明品 24	LiO <sub>2</sub>	2	4.8	1.8
本発明品 25	SnO <sub>2</sub>	2	5.5	1.6
本発明品 26	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	6.4	1.3
比較品 4	---	---	2.0	3.2
比較品 5	---	---	4.0	0.8

10

表 3 の結果より、本発明品 20 ～ 26 は比較品 4 と比較して透磁率  $\mu'$  が大きくなるに従ってインダクタンス値が大きくなっている。つまり、高周波回路におけるインダクタンス素子として大きな特性改善が認められる。

- 15 また、比較品 5 のインダクタンス素子は、Q 値の最大を示す周波数が 0.8 GHz 前後であり、1 GHz 以上の周波数では損失が大きくなり GHz 帯で使用できない。一方、本発明品 20 ～ 26 では Q 値の最大を示す周波数はすべて 1 ～ 3 GHz である。



つまり、GHz帯での使用が可能なインダクタンス素子であることがわかる。

なお、碍子1は造粒粉体の圧縮成形法以外にもグリーンシートを積層し、所望のサイズに切断もしくは打ち抜きにより作製しても同様の効果が得られる。

また、導体コイル2の形成においても巻き線ではなく、全面にめっき技術或いは薄膜技術を用いて形成した後、らせん状にレーザーカットあるいは砥石を用いてスパイラル状のコイルを形成しても同様の効果を得ることができる。

10      また、絶縁体層3の中に磁性材料を混合して用いても良い。

このような構成とすることにより、インダクタンス値をさらに向上することができる。絶縁体層3の中に入れる磁性材料は、本発明による磁性フェライトの粉末を用いることが好ましい。

さらに、この磁性フェライトの粉末の粒子径は大きいほどQ値  
15      が大きくなることから、45  $\mu\text{m}$ 以上とすることが最も好ましい。

所望のインダクタンス値を実現したりあるいはインダクタンス値の増大、素子の小型化を実現するために、前記磁性フェライトに導体コイルを形成してインダクタンス素子を得ることができる。  
この磁性フェライトの透磁率 $\mu'$ が大きいほど、インダクタンス  
20      値を大きく設計したりあるいはサイズを小型化することができる。

また、用いる磁性フェライトの損失成分 $\mu''$ が小さいほどQ値を大きくすることができるので、使用する周波数帯域でのQ値が大きいほど優れた高周波用のインダクタンス素子である。

(実施の形態3)

25      実施の形態3を図5と図6を参照しながら説明する。

図 5 および図 6 において、ミアンダ状の導体 5 は、白金やパラジウムなどで形成される。導体 5 を上下に挟んで磁性フェライトのグリーンシートなどを積層して、磁性フェライト 6 を形成している。この磁性フェライト 6 は絶縁体である。磁性フェライト 6 の両端には内部に形成された導体 5 の両端と接続される二つの外部電極 7 を形成して、インピーダンス素子を構成している。

このようにノイズ対策部品として用いられるインピーダンス素子は、信号ラインである導体 5 を磁性フェライト 6 で覆うことにより実現している。この磁性フェライト 6 の損失成分  $\mu''$  の急激に増大する周波数をカットオフ周波数とし、それ以上の周波数でインピーダンス素子のインピーダンス値が選択的に大きくなるため、カットオフ周波数よりも高い周波数成分を持つノイズが除去される。このとき、磁性フェライト 6 の透磁率  $\mu'$  が大きいほどインピーダンス値を大きく設計することができ、優れたインピーダンス素子である。

以上のように構成されたインピーダンス素子について、以下にその製造方法を説明する。

酸化鉄、酸化亜鉛および酸化コバルトを  $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{ZnO} : \text{CoO} = 48.0 : 6.5 : 45.5 \text{ mol\%}$  の比で配合する。

次に、これに純水を適量加えてボールミルを用いて混合した後、 $120^\circ\text{C}$  で乾燥して混合粉を得る。この混合粉を  $900^\circ\text{C}$  で仮焼した後、遊星ボールミルを用いて最大粒径が  $8 \mu\text{m}$  以下になるまで粉碎して、フェライト仮焼粉を得る。このフェライト仮焼粉に、表 4 で示した副成分を添加物として加える。

さらに、ブチラール樹脂と酢酸ブチルを適量加え、ボールミル

を用いて十分に分散させて、フェライトスラリーを得る。

このフェライトスラリーをドクターブレード法により塗布し、  
フェライトグリーンシートを得る。 このフェライトグリーンシ  
ートの上に、Ptペーストを用いて導体5のパターンを印刷形成  
5 する。 導体5のパターンを印刷形成したフェライトグリーンシ  
ートと、導体5を印刷形成していないフェライトグリーンシート  
とを所望の厚みになるように複数枚積層する。その後、個片に切  
断してチップ状の成形品を得る。 この成形品を1200～13  
00℃で焼成することにより、導体5を内層に形成した磁性フェ  
10 ライトの焼結体を得る。 この磁性フェライトの焼結体の両端に、  
導体5の両端部と接続する二つの外部電極7を形成する。

このようにして、図6に示すインピーダンス素子を完成するこ  
とができる（本発明品27～33という）。

比較のために、六方晶フェライトを用いてインピーダンス素子  
15 を作製した（比較品6という）。 このようにして得られたインピ  
ーダンス素子の電気特性を比較して表4に示す。

表4の結果より、本発明品27～33は比較品6に対してカッ  
トオフ周波数（インピーダンスが10Ωとなる周波数をいう）が  
高く、GHz帯用のノイズフィルターとして用いることのできる  
20 インピーダンス素子である。

用いる磁性フェライトの透磁率 $\mu'$ が大きくなるためにインピ  
ーダンス値が大きくなることから優れたインピーダンス素子であ  
ることがわかる。

また、内部に形成する導体5のPtパターンは、ミアンダ形状  
25 以外でもよい。 例えば、ピアを通じてフェライトグリーンシー

トを積層することにより、らせん状にコイルを形成してもよい。

表 4

	添加物		カットオフ周波数 G H z	インピーダンス値 ( $\Omega$ ) at 2 G H Z
	名称	添加量 w t %		
本発明品 2 7	TiO <sub>2</sub>	2	1. 0	9 8
本発明品 2 8	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	1. 0	1 0 4
本発明品 2 9	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2	1. 0	1 0 4
本発明品 3 0	ZrO <sub>2</sub>	2	1. 0	1 1 0
本発明品 3 1	LiO <sub>2</sub>	2	1. 0	1 1 1
本発明品 3 2	SnO <sub>2</sub>	2	1. 3	1 2 7
本発明品 3 3	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	1. 0	1 4 7
比較品 6	---	---	0. 5	3 0

その場合、らせん状の導体コイル 5 の端部と外部電極 7 間の距離が短いとインピーダンス値が低下してしまう。

したがって、この間隔を広く取ることが望ましく、この間隔が 2 0 0  $\mu$  m 以上あることが最も好ましい。

また、導体 5 を形成する材料は P d もしくは P t と P d の合金でもよいが、導電率を大きくするためには P t もしくは P d が好ましい。

(実施の形態 4)

実施の形態 4 を、図 7 と図 8 を参照しながら説明する。

図 7 および図 8 において、リング状コア 9 は磁性フェライトからなり、その表面には銅もしくは銀などからなる二つの導体コイル 1 0 を形成する。

二つの導体コイル 1 0 の表面には、樹脂などからなる絶縁体層 1 1 を形成する。さらに、二つの導体コイル 1 0 の端子に接続される四つの外部電極 1 2 を形成して、コモンモードノイズフィ

ルタが構成されている。

一般の電子回路の差動伝送ラインに用いられるコモンモードノイズフィルタは、磁性フェライトのリング状コア 9 に 2 本の導体コイル 10 を同一方向に巻きつけた構造になっている。

- 5      このようにして、磁性フェライトの透磁率  $\mu'$  を利用して 2 本の差動伝送ラインの磁気結合を高めて、コモンモード成分を除去する。このとき用いる磁性フェライトの損失成分  $\mu''$  が小さいほど、ディファレンシャルモードの損失すなわち伝えるべき信号レベルの損失が小さくなり、優れたコモンモードノイズフィルタ
- 10    である。上記構成において、本発明の磁性フェライトをリング状コア 9 に用いることにより、GHz 帯で用いることができる優れたコモンモードノイズフィルタを実現することができる。

以上のように構成されたコモンモードノイズフィルタについて、以下にその製造方法を説明する。

- 15    表 5 で示した副成分を本発明品 1 の主成分に添加物として加え、実施の形態 1 と同様なプロセスを経て、造粒粉を得る。

この造粒粉をリング状に成形し、1200～1300℃で焼成してリング状コア 9 を得る。このリング状コア 9 に、同一方向に 2 重の巻き線を施して二つの導体コイル 10 を形成する。

- 20    次に、樹脂モールド成形で絶縁体層 11 を形成し、二つの導体コイル 10 の端子に接続される外部電極 12 を形成する。

- このようにして、図 8 に示したコモンモードノイズフィルタを実現することができる（本発明品 34～40）。比較のために、リング状コア 9 に六方晶フェライトを用いたコモンモードノイズ
- 25    フィルタを作製した（比較品 7）。

得られたコモンモードノイズフィルタの特性を表 5 に示す。

表 5

	添加物		結合係数
	名称	添加量 w t %	
本発明品 3 4	TiO <sub>2</sub>	2	0. 8 3
本発明品 3 5	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	0. 8 8
本発明品 3 6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2	0. 8 8
本発明品 3 7	ZrO <sub>2</sub>	2	0. 8 9
本発明品 3 8	LiO <sub>2</sub>	2	0. 9 1
本発明品 3 9	SnO <sub>2</sub>	2	0. 9 0
本発明品 4 0	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	0. 9 2
比較品 7	---	---	0. 5 0

表 5 の結果より、本発明品 3 4 ~ 4 0 では比較品 7 よりも 1 G  
5 H z での透磁率  $\mu'$  が大きく、損失成分  $\mu''$  が小さくなるために結合係数が大きくなっていることがわかる。

なお、面実装を実現するために巻き線を施したリング状コア 9  
を絶縁体層 1 1 でモールドしているが、樹脂モールドせずに二つの導体コイル 1 0 を直接基板などに接続しても同様な効果が得ら  
10 れる。

#### (実施の形態 5)

実施の形態 5 を、図 9 と図 1 0 を参照しながら説明する。

図 9 および図 1 0 において、フェライトコア 1 3 は磁性フェラ  
イトからなる。このフェライトコア 1 3 の表面には銅もしくは  
15 銀などからなる導体コイル 1 4 を形成し、この導体コイル 1 4 の表面には樹脂などからなる絶縁体層 1 5 を形成してアンテナ素子を構成している。

以上のように構成されたアンテナ素子について、以下にその製造方法を説明する。

表 6 で示した副成分を、本発明品 1 と同じ主成分に添加物として加え、実施の形態 1 と同様なプロセスを経て、造粒粉を得る。

この造粒粉を棒状に成形した後に、1200～1300℃で焼成する。その後、図 9 に示す形状に切削加工をすることにより  
5 アンテナ素子のフェライトコア 13 を得る。次に、このフェライトコア 13 の全表面に銅あるいは銀などの低抵抗を有する金属をめっき法などにより形成した後、らせん状にレーザーカットを施して導体コイル 14 を形成する。

次に、導体コイル 14 を形成したフェライトコア 13 を樹脂モ  
10 ールド成形して絶縁体層 15 で覆う。このようにして、図 10 に示すアンテナ素子を完成する（本発明品 41～47 という）。

比較のために、相似形状の樹脂をコアとして用いたアンテナ素子（比較品 8）と、六方晶フェライトをフェライトコア 13 として用いたアンテナ素子（比較品 9）とを作製した。

15 得られたアンテナ素子の放射損失と、樹脂をコアとしたアンテナ素子のサイズを 100（比較品 8）として本発明品のアンテナ素子のサイズを相対値（％）で表すサイズ効果とを表 6 に示す。

表 6

	添加物		アンテナのサイズ	放射損失
	名称	添加量 wt %	相対値（％）	- dB
本発明品 41	TiO <sub>2</sub>	2	83	-1.7
本発明品 42	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	81	-1.9
本発明品 43	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2	81	-1.8
本発明品 44	ZrO <sub>2</sub>	2	79	-1.6
本発明品 45	LiO <sub>2</sub>	2	79	-1.8
本発明品 46	SnO <sub>2</sub>	2	73	-1.6
本発明品 47	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	71	-1.7
比較品 8	---	---	100	-0.52
比較品 9	---	---	---	-8.8

表 6 の結果より、本発明品のアンテナ素子を用いる磁性フェライトの透磁率  $\mu'$  が大きいほど、樹脂をコアとしたアンテナ素子よりもサイズが小さくなっていることがわかる。

5      また、六方晶フェライトをフェライトコア 13 としたアンテナ素子は、放射損失が大きくアンテナ素子のサイズを正確に決定することができなかった。

また、六方晶フェライトを用いたアンテナ素子の放射損失が大きいものに対して、本発明品は 2 GHz 帯で実際に使用できるほど  
10   放射損失が小さいことがわかる。

なお、回路への接続ははんだ付けまたはかしめでも良いが、接続部分をネジ形状にすることによって、接続強度を確保することができるのでより好ましい。

このネジ形状は切削工法以外にも分割金型を用いた粉体プレス  
15   工法でも良い。

また、金属めっきの材料として、Ag, Cu, Au, Al, Ni, Pt, Pd などが用いられるが、導電率の大きい Ag, Cu がより望ましい。

また、導体コイル 14 の形成方法は、ワイヤーを巻きつける方法や金属の板金を打ち抜いてコイルにする方法でも良く、同様な  
20   効果が得られる。

また、フェライトコア 13 の表面と導体コイル 14 の間に薄く非磁性材料の膜が形成されていてもよい。

また、アンテナ素子は樹脂モールドあるいは樹脂成形品のキャ  
25   ップで覆われていてもよい。



また、透磁率 $\mu'$ による波長短縮の効果を利用していることから、前記ヘリカルタイプのアンテナ素子以外にもパッチアンテナなどのアンテナ素子に対しても同様な効果が得られることはいうまでもない。

- 5      本発明の磁性フェライトは、酸化鉄と、酸化コバルトと酸化亜鉛とを主成分とし、副成分として少なくともチタン、タンタル、インジウム、ジルコニウム、リチウム、錫、バナジウムのいずれかを含む磁性フェライトであり、損失成分 $\mu''$ が急激に増大する周波数が1GHz以上であり、かつ1GHz以上で損失成分 $\mu''$   
10      が小さく、透磁率 $\mu'$ が大きい磁性フェライトを実現することができる。

本発明の磁性フェライトは、酸化鉄：酸化コバルト：酸化亜鉛の配合比が $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CoO}$ 、 $\text{ZnO}$ 換算で50：47：3、50：42：8、45：52：3、44：42：14、42：52：15  
15      6、42：44：14mol%で囲まれる組成範囲内である磁性フェライトであり、より優れた高周波特性を有する磁性フェライトを実現することができる。

本発明の磁性フェライトは、副成分として少なくともチタン、タンタル、インジウム、ジルコニウム、リチウム、錫、バナジウムのいずれかを酸化物換算で0.2～2.0wt%含む請求項1  
20      に記載の磁性フェライトであり、構成成分比率にすることにより透磁率 $\mu'$ が大きいという磁性フェライトを実現することができる。

本発明の磁性フェライトは、棒状の碍子と、この碍子にらせん  
25      状に設けられた導体コイルと、この導体コイルを覆う絶縁体層と、

この導体コイルに接続される二つの外部電極とからなり、前記碍  
子に請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載の磁性フェライトを用い  
てインダクタンス素子とした磁性素子であり、1 GHz 以上でも  
Q が大きく、内部導体ラインを短縮することができるインダクタ  
5   ンス素子を実現することができる。

本発明の磁性フェライトは、磁性絶縁体と、この磁性絶縁体の  
内部にミアンダ状に設けられた導体コイルと、この導体コイルに  
接続される二つの外部電極とからなり、前記磁性絶縁体に請求項  
1 ～ 3 のいずれか一つに記載の磁性フェライトを用いてインピー  
10   ダンス素子とした磁性素子であり、ローパスフィルターのカット  
オフ周波数を 1 GHz 帯以上にでき、大きなインピーダンス値を  
有することからノイズを効率よくカットすることができるインピー  
ダンス素子を実現することができる。

本発明の磁性フェライトは、リング状コアと、このリング状コ  
アに同一方向に巻かれた二つの導体コイルと、この導体コイルを  
覆う絶縁体層と、この導体コイルに接続される四つの外部電極と  
からなり、前記リング状コアに請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記  
載の磁性フェライトを用いてコモンモードノイズフィルタとした  
磁性素子であり、伝送信号の周波数帯を 1 GHz 以上に設計でき  
15   るとともに GHz 帯で用いる結合係数の大きいコモンモードノイ  
ズフィルタを実現することができる。

本発明は、フェライトコアと、このコアにらせん状に巻かれた  
導体コイルと、この導体コイルを覆う絶縁体層とからなり、前記  
フェライトコアに請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載の磁性フェ  
25   ライトを用いてアンテナ素子とした磁性素子であり、1 ～ 3 GHz

z における小型のアンテナ素子を実現することができる。

#### 産業上の利用可能性

本発明の磁性フェライトは、GHz帯域で使用される電子回路  
5 に用いることのできる磁性素子を提供することができる。

10

15

20

25

## 請求の範囲

1. 酸化鉄と、酸化コバルトと、酸化亜鉛とを主成分とし、副成分としてチタン、タンタル、インジウム、ジルコニウム、リチウム、錫、バナジウムからなる群の内の少なくとも一つを含む  
5 磁性フェライト。

2. 酸化鉄：酸化コバルト：酸化亜鉛の配合比が $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CoO}$ 、 $\text{ZnO}$ 換算で50：47：3、50：42：8、45：52：3、44：42：14、42：52：6、42：44：14 mol %で囲まれる組成範囲内である請求項1に記載の磁性フェライト。  
10

3. 副成分としてチタン、タンタル、インジウム、ジルコニウム、リチウム、錫、バナジウムの内の少なくともいずれか一つを酸化物換算で0.2～2.0 wt %含む請求項1に記載の磁性フェライト。

15 4. 棒状の碍子と、前記碍子にらせん状に設けられた導体コイルと、前記導体コイルを覆う絶縁体層と、前記導体コイルに接続される二つの外部電極とからなる磁性素子であって、前記碍子は請求項1～3のいずれか一つに記載の磁性フェライトを用いたインダクタンス素子である磁性素子。

20 5. 磁性絶縁体と、前記磁性絶縁体の内部にミアンダ状に設けられた導体コイルと、前記導体コイルに接続される二つの外部電極とからなる磁性素子であって、前記磁性絶縁体は請求項1～3のいずれか一つに記載の磁性フェライトを用いたインピーダンス素子である磁性素子。

25 6. リング状コアと、前記リング状コアに同一方向に巻かれ

た二つの導体コイルと、前記導体コイルを覆う絶縁体層と、前記導体コイルに接続される四つの外部電極とからなる磁性素子であって、前記リング状コアは請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載の磁性フェライトを用いたコモンモードノイズフィルタである磁性素子。

7. フェライトコアと、前記フェライトコアにらせん状に巻かれた導体コイルと、前記導体コイルを覆う絶縁体層とからなる磁性素子であって、前記フェライトコアは請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載の磁性フェライトを用いたアンテナ素子である磁性素子。

15

20

25

1/5

FIG. 1

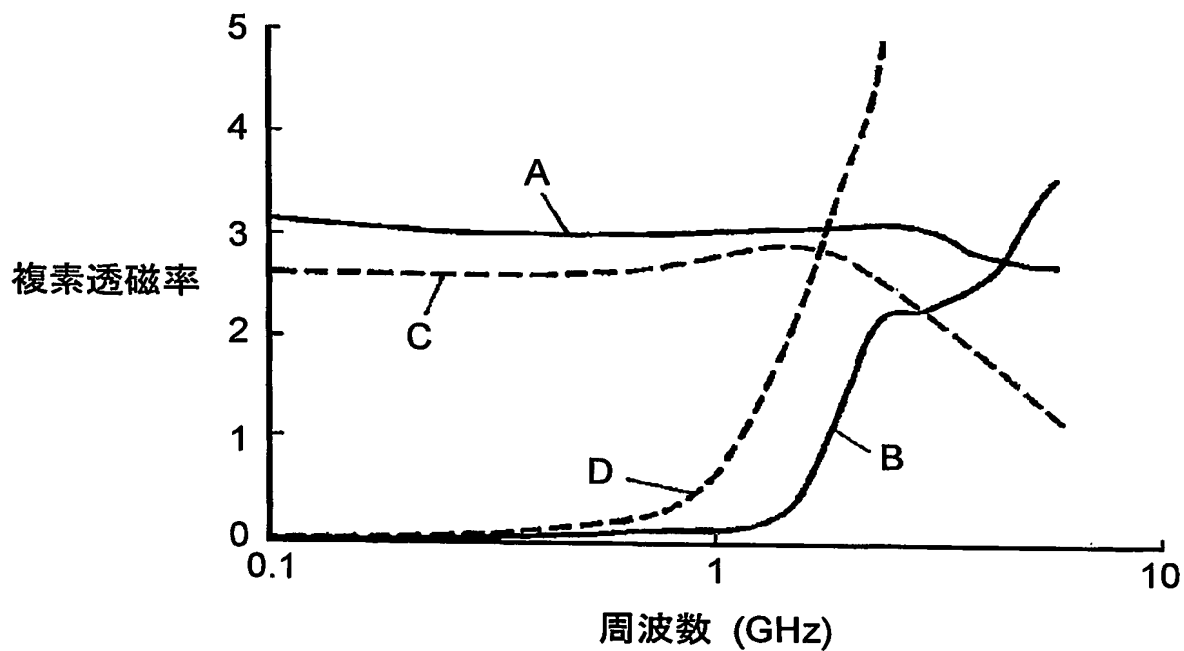


FIG. 2

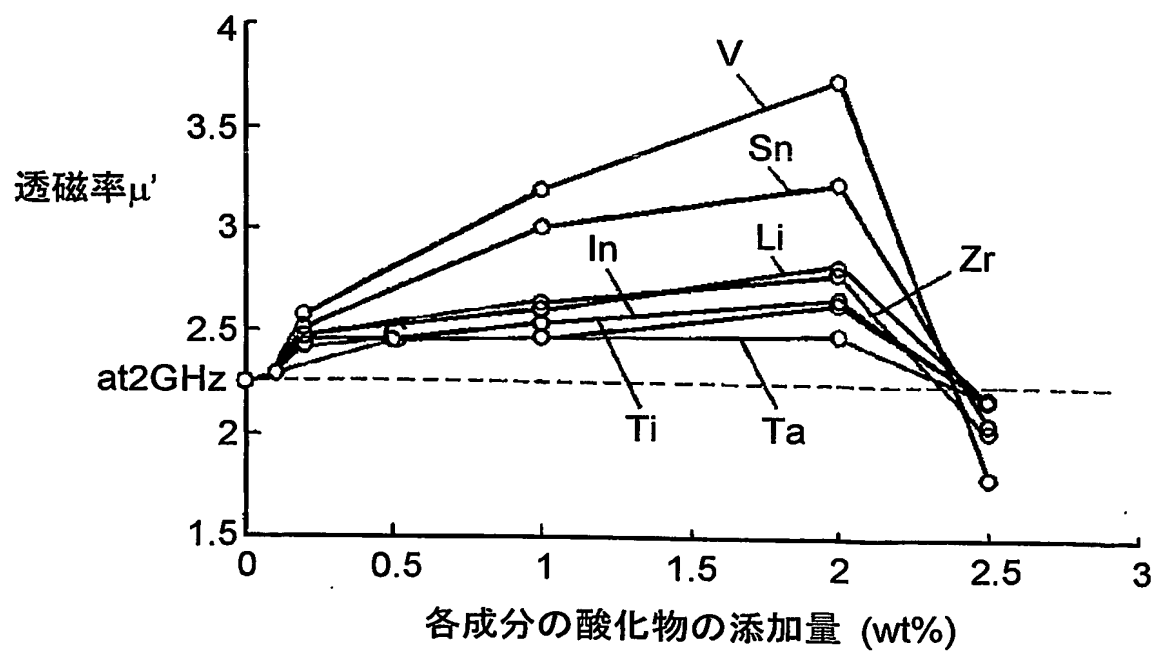


FIG. 3

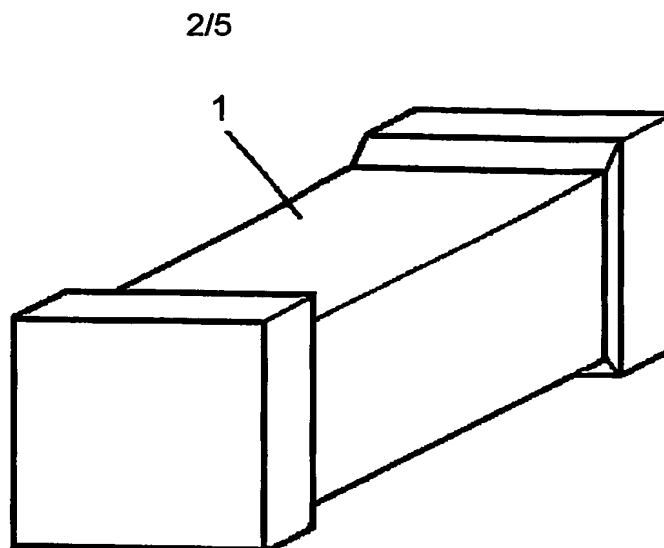


FIG. 4

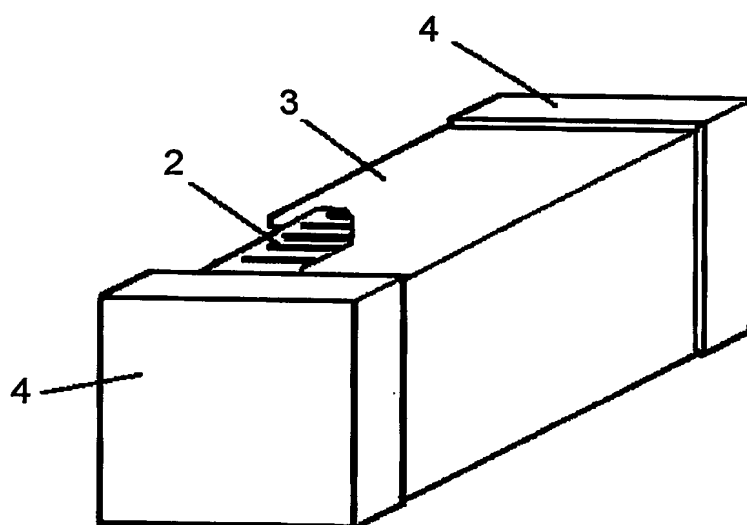
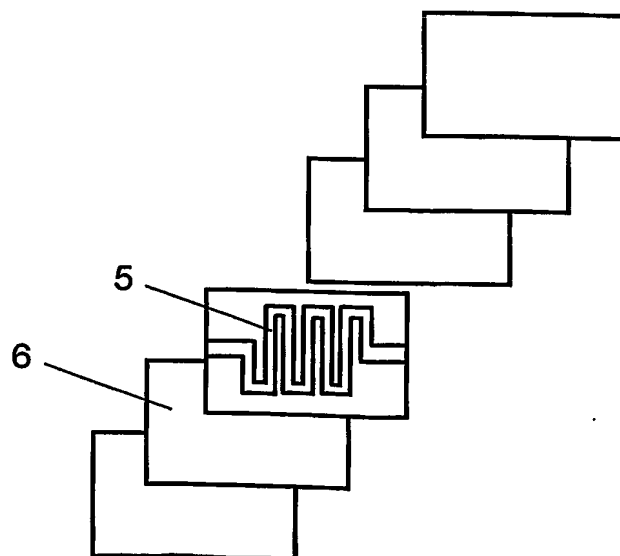


FIG. 5



3/5

FIG. 6

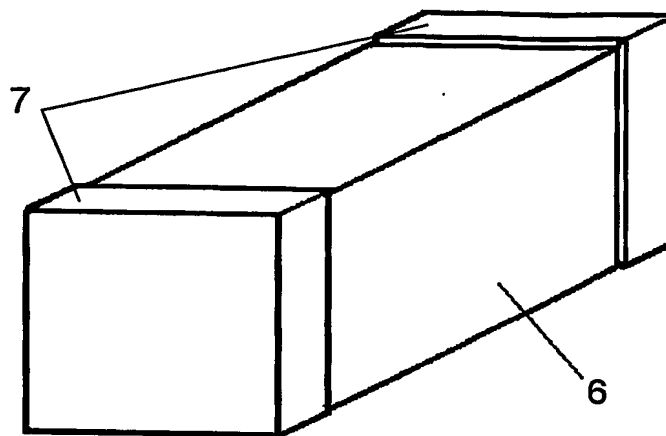


FIG. 7

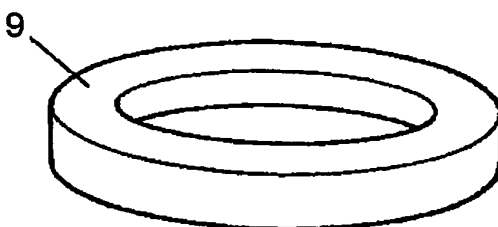
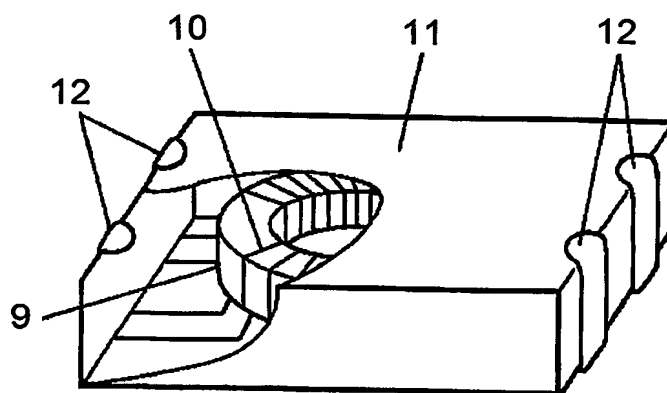


FIG. 8





4/5

FIG. 9

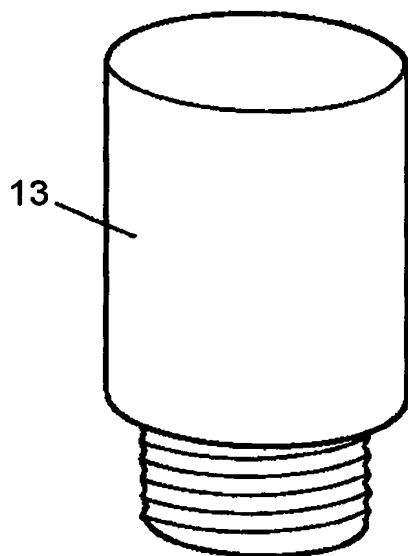
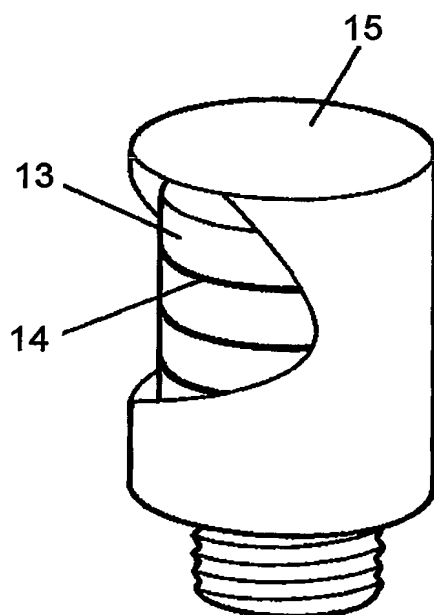


FIG. 10



図面の参照符号の一覧表

- 1 碍子
- 2 導体コイル
- 3 絶縁体層
- 4 外部電極
- 5 導体
- 6 磁性フェライト
- 7 外部電極
- 9 リング状コア
- 10 導体コイル
- 11 絶縁体層
- 12 外部電極
- 13 フェライトコア
- 14 導体コイル
- 15 絶縁体層

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010265

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> C04B35/34, C01G49/00, H01F1/34, H01F17/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> C04B35/26-35/40, C01G49/00-49/08, H01F1/34, H01F17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 47-7821 B1 (Tohoku Kinzoku Kogyo Ltd.), 06 March, 1972 (06.03.72), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 2-62012 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 01 March, 1990 (01.03.90), Full text; Fig. 2 (Family: none)	1-4
A	JP 2-103907 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 17 April, 1990 (17.04.90), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
12 October, 2004 (12.10.04)

Date of mailing of the international search report  
02 November, 2004 (02.11.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010265

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-159668 A (TDK Corp.), 12 June, 2001 (12.06.01), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-3,5
A	JP 5-55061 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 05 March, 1993 (05.03.93), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-3,6
A	JP 2001-358522 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 26 December, 2001 (26.12.01), Full text; Fig. 2 & US 2002/33777 A1	1-3,7

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C04B35/34, C01G49/00, H01F1/34, H01F17/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C04B35/26-35/40, C01G49/00-49/08, H01F1/34, H01F17/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 47-7821 B1(東北金属工業株式会社)1972.03.06, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2-62012 A (松下電器産業株式会社) 1990.03.01, 全文, 第2 図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2-103907 A (松下電器産業株式会社) 1990.04.17, 全文, 第1 -4図 (ファミリーなし)	1-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.10.2004

国際調査報告の発送日

02.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

前田 仁志

4G

9157

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-159668 A (ティーディーケイ株式会社) 2001.06.12, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-3, 5
A	JP 5-55061 A (松下電工株式会社) 1993.03.05, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-3, 6
A	JP 2001-358522 A (アイシン精機株式会社) 2001.12.26, 全文, 第2図 & US 2002/33777 A1	1-3, 7